

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschritt  
10 DE 42 32 763 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 02 M 1/00  
H 02 M 7/48  
H 01 L 25/11  
H 05 K 7/20  
// B60L 9/00

21 Aktenzeichen: P 42 32 763.6  
22 Anmeldetag: 25. 9. 92  
43 Offenlegungstag: 31. 3. 94

DE 42 32 763 A 1

71 Anmelder:

AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH,  
13599 Berlin, DE

74 Vertreter:

Rüthning, W., Dipl.-Ing., 12309 Berlin

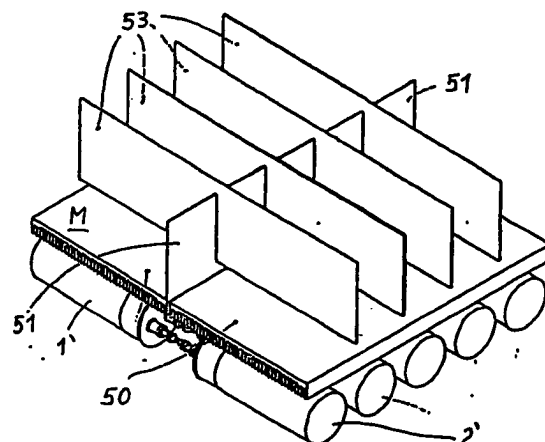
72 Erfinder:

Freudenthaler, Kurt, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE;  
Mues, Michael, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE; Schütze,  
Thomas, Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE; Setiawan,  
Hardono, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Aufbau eines Stromrichters, insbesondere eines Wechselrichters

57 Über den Aufbau eines Stromrichters soll eine Minimierung seiner parasitären Induktivitäten zugunsten eines Verzichtes von Zusatzbeschaltungen für die IGBT-Module, sowie trotz Kompaktbauweise eine gute Zugänglichkeit der Komponenten bei im übrigen geringem Montageaufwand erreicht werden. Für einen Stromrichter, insbesondere mehrphasigen Wechselrichter, mit auf Kühlkörpern angeordneten Halbleiter-Ventilelemente, wird dies unter Verwendung einer induktivitätsarmen Mehrlagen-Leistungsführung für den allgemeinen Anschluß und die Herstellung der internen elektrischen Verbindungen dadurch erreicht, daß elektrische Mehrlagen-Verbindungsschienen (51, 53) Verwendung finden, die in einer Hochkantstellung angeordnet werden, mit mindestens einer durchgehenden Hauptverbindungsschiene (51) zwischen den Kühlkörpern (50), die die Kühlkörper (50) in der Montageebene (M) überragt und rechtwinklig kreuzenden elektrisch angeschlossenen Nebenverbindungsschienen (53) auf den Kühlkörper (50), wobei der elektrische Anschluß der Zweigventile und anderer Schaltungselemente direkt an den Nebenverbindungsschienen erfolgt.



DE 42 32 763 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 94 408 013/428

5/40

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft den Aufbau eines Stromrichters, insbesondere eines Wechselrichters, wie er im übrigen im Oberbegriff des Anspruchs 1 näher definiert ist.

Antriebsstromrichteranlagen mit Pulswechselrichtern für Drehstromantriebe finden große Anwendung in Industrie- und Verkehrsbereichen. Zunehmend werden die Pulswechselrichter in IGBT-Technik ausgeführt.

Bei Einsatz von IGBT-Modulen und unter Berücksichtigung der beim Schalten der Halbleiterventile auftretenden Überspannungen ist bei Netzspannungen über 500 V eine Reihenschaltung der Halbleiter in den Brückenzweigen notwendig. Dies ist beim 2-Punkt-Wechselrichter wegen der Möglichkeit unsymmetrischer Spannungsaufteilung zwischen den in Serie geschalteten Ventilen problematisch, während beim 3-Punkt-Wechselrichter eine symmetrische Spannungsaufteilung durch die beiden Netzkondensatoren erzwungen wird.

Ein weiterer Grund für eine Entscheidung zum 3-Punkt-Wechselrichter ist, daß wegen der sehr günstigen Oberschwingungseigenschaften der 3-Punkt-Schaltung bei der Auslegung von Stromrichtern im mittleren Leistungsbereich auch keine Kompromisse mehr zwischen Schaltfrequenz und Oberschwingungsstromgehalt notwendig werden.

Bedingt durch das schnelle Schalten der IGBT-Halbleiter werden durch Streuinduktivitäten in den Zuleitungen zu den IGBTs Überspannungen verursacht. Zum Schutz der Halbleiter können diese parasitären Induktivitäten durch kurze Leitungsführung und geeignete Leitungsgeometrie, z. B. durch Flachbandleitungen, reduziert werden (vgl. z. B. Aufsatz von R. Bayerer "Modultechnik für hohe Frequenzen in der Leistungselektronik", veröffentlicht in ETG-Fachbericht 39 zur Tagung 13/14. Mai 92 in Bad Nauheim, S. 149/150).

Eine weitere Möglichkeit induktivitätsarmer Verbindungstechnik bietet der Einsatz der sogenannten Multilayer-Technik. Hierbei werden für die Verbindung der Bauelemente mehrlagige isolierte Leiterplatten oder -schienen eingesetzt, die aktive oder passive Bauelemente, z. B. IGBT-Module abdecken und in geeigneter Weise kontaktieren (vgl. z. B. a.a.O. Aufsatz von Salama/Tadros, S. 285/286 "IGBT-Wechselrichter für Antriebe in Industrie und Verkehr"). Die weiteren Bauelemente, wie Dioden, Kondensatoren und evtl. auch Beschaltungselemente sind auf der Multilayer-Platte angeordnet und dort mit den entsprechenden Leiterschichten verbunden.

Ein ähnlicher Aufbau für eine IGBT-Brücke ist der Mitsubishi-Druckschrift "IGBT-Modüles (E-Series)" vom 24.1.92, Blatt C 7901-2A entnehmbar.

Diesen Aufbauten ist gemeinsam, daß ein freier Zugang zumindest zu den Leistungshalbleitern nicht besteht und für bestimmte Arbeiten erst umständlich die abdeckende Mehrlagen-Leiterplatte gelöst und entfernt werden muß.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Aufbau für eine Antriebsstromrichteranlage, insbesondere mit 3-Punkt-Wechselrichter, anzugeben, bei dem auf eine Beschaltung der einzelnen IGBT-Module verzichtet werden kann. Der Forderung nach Minimierung parasitärer Induktivitäten in den Kommutierungskreisen soll durch Gleichgestaltung der Zuleitungen zu den Ventilelementen in den Phasen erreicht werden. Gleichzeitig wird eine kompakte Bauweise, geringer Montageaufwand sowie ein einfacher Zugang zu den Komponenten des

Stromrichters angestrebt.

Diese Aufgabe wird gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Anhand von in der Zeichnung dargestellten schematischen Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 den prinzipiellen mechanischen Aufbau des Wechselrichters

Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau mit mehr Einzelheiten zu den Mehrlagen-Verbindungsschienen und zur Kontaktierung der Bauelemente

Fig. 3 das grundsätzliche Schaltschema eines Antriebsstromrichters mit beigeschaltetem Bremssteller.

Die Fig. 3 zeigt eine an sich bekannte Schaltungsanordnung für einen Antriebsstromrichter für Triebfahrzeuge, ausgestattet mit einem 3-Punkt-Wechselrichter und einem nachgeschalteten Bremssteller. Darin sind mit 1 und 2 zwei reihengeschaltete spannungsführende Netzkondensatoren bezeichnet. Sie bestehen real (vgl. Fig. 1 und 2) jeweils aus Gruppen von Einzelkondensatoren und sind an eine Gleichspannungsquelle (+, -) angeschlossen. Am Spannungsteilerpunkt 0 wird das 0-Volt-Potential abgegriffen. An diesen drei Potentialen +, 0, - liegen die Wechselrichterzweigpaare 11, 21, 31 sowie der Bremssteller 41 an. Die Wechselrichterzweigpaare weisen reihengeschaltete IGBT-Module 5, 6 und 7, 8 sowie Mittelpunktdioden 3, 4 auf. Die Anordnung bei den Zweigpaaren 21 und 31 ist gleichartig und deshalb nicht näher dargestellt. Die Lastabgänge sind mit R, S, T bezeichnet.

Die Fig. 1 und 2 zeigen für eine solche Schaltungsanordnung der Fig. 3 schematisch den räumlichen Aufbau.

Die Netzkondensatoren 1, 2 sind hier zu Gruppen 1' und 2' von Einzelkondensatoren unterhalb mehrerer Kühlkörper 50 angeordnet und dort elektrisch mit einer niederinduktiven Mehrlagen-Hauptverbindungsschiene 51 verbunden, die zwischen den Kühlkörpern 50 angeordnet ist. An dieser Hauptverbindungsschiene 51 liegt eine Gleichspannungsquelle mit den Potentialen + und - sowie das 0-Potential an. Die Hauptverbindungsschiene 51 ist in Hochkantstellung angeordnet und überragt die in der oberen Montageebene M montierten IGBT-Module, von denen in Fig. 2 nur ein IGBT-Modul 52 angedeutet ist. Rechtwinklig zur Hauptverbindungsschiene 51 und an diese elektrisch angeschlossen verlaufen mehrere entsprechend ausgebildete Mehrlagen-Verbindungsschienen, die als Nebenverbindungsschienen 53 bezeichnet werden. Diese dienen dem elektrischen Anschluß der IGBT-Module sowie der sonstigen benötigten Bauelemente wie Dioden (z. B. 3, 4, 5, 6), Widerstände und Kondensatoren im Wechselrichter. Der elektrische Anschluß erfolgt durch Verschraubung über Laschen 54, 55. Weitere solcher Nebenverbindungsschienen 53 sind in der Fig. 1 angedeutet. Der elektrische Eigenanschluß der Nebenverbindungsschienen erfolgt über abgewinkelte Anschlußlaschen an Anschlußstellen A, B, C gemäß Fig. 2. Die Bereiche, in denen die Nebenverbindungsschienen 53 die Hauptverbindungsschiene 51 kreuzen, sind durch Aussparungen 58 freigemacht.

Aus Fig. 1 sind vier solcher Nebenverbindungsschienen ersichtlich. Drei sind für die drei Phasen des Wechselrichters und die verbleibende für den Mitanschluß des vorerwähnten Bremsstellers vorgesehen. Überall kann derselbe Verbindungsschientyp eingesetzt werden. Die genannten Mehranlagenschienen stellen alle

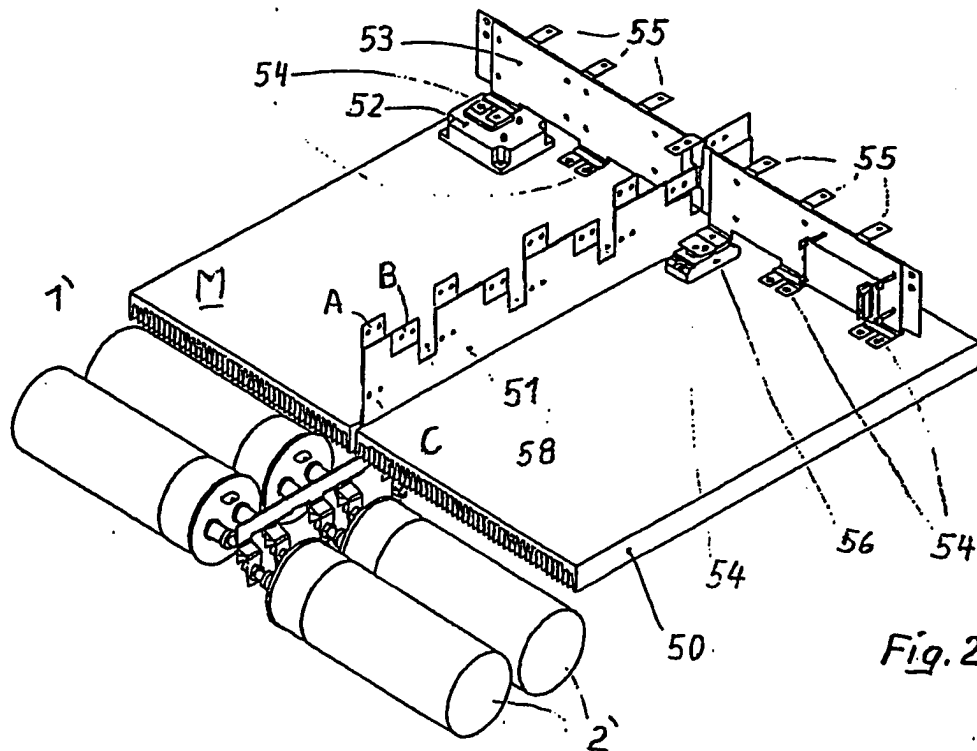
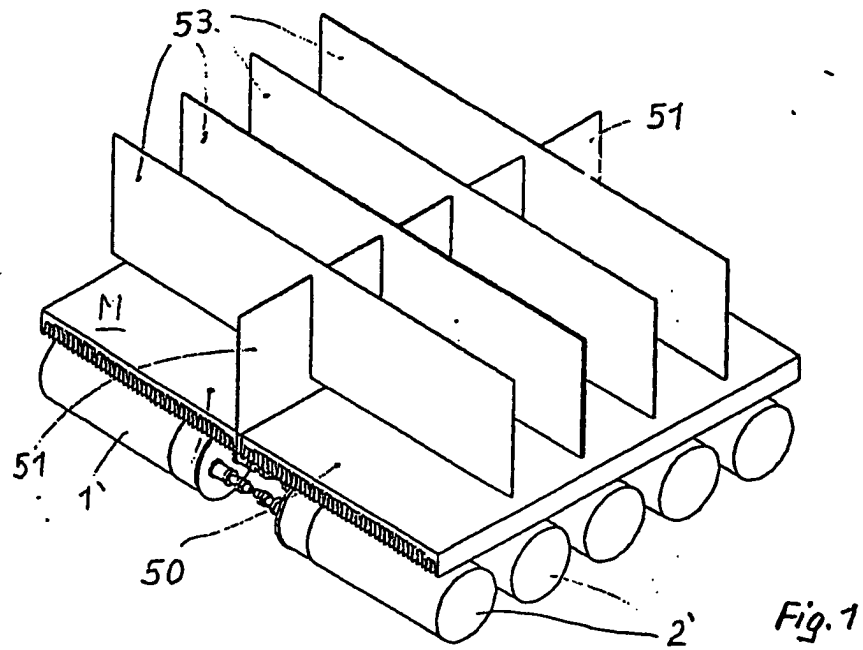
elektrischen Verbindungen zwischen den aktiven und passiven Bauelementen her. Der erfindungsgemäße Aufbau und insbesondere die vertikale Anordnung der Mehrlagenschienen gestattet eine leichte Zugänglichkeit für einen problemlosen Austausch der IGBT-Module und Mittelpunktdioden direkt von oben, ohne weitere Bauelemente vorher lösen zu müssen. Weitere Vorteile bestehen darin, daß der Aufbau trotz der relativ hohen Anzahl von Halbleitern im Stromrichter sehr kompakt mit baugleichen Bauteilen und einer günstigen niederinduktiven Verschienung erfolgen kann, wodurch sich eine geringere Überspannungsbelastung, verbunden mit einem weitgehenden Verzicht auf Beschaltungselemente und höherer Ausnutzung der Leistungshalbleiter ergibt. Verdrahtungsarbeiten innerhalb der einzelnen Wechselrichter-Zweigpaare bzw. im Bremssteller entfallen völlig.

von einem Kühlmedium durchströmten Kühlkanals liegen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Aufbau eines Stromrichters, insbesondere mehrphasigen Wechselrichters, mit auf Kühlkörpern angeordneten Halbleiter-Ventilelementen, unter Verwendung einer induktivitätsarmen Mehrlagen-Leitungsführung für den allgemeinen Anschluß und die Herstellung der internen elektrischen Verbindungen, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Mehrlagen-Verbindungsschienen (51, 53) Verwendung finden, die in einer Hochkantstellung angeordnet werden, mit mindestens einer durchgehenden Hauptverbindungsschiene (51) zwischen den Kühlkörpern (50), die die Kühlkörper (50) in der Montageebene (M) überragt und rechtwinklig kreuzenden elektrisch angeschlossenen Nebenverbindungsschienen (53) auf den Kühlkörpern (50), wobei der elektrische Anschluß der Zweigventile und anderer Schaltungselemente direkt an den Nebenverbindungsschienen erfolgt.
2. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiter der Nebenverbindungsschienen (53) über Winkellaschen an Anschlußstellen (A, B, C) mit zugeordneten Leitern der Hauptverbindungsschiene (51) verschraubt sind.
3. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventil- und Schaltungselemente direkt zugänglich auf der Montageebene (M) der Kühlkörper (50) befestigt und mittels darüber abgebogener Winkellaschen (54, 55) der Nebenverbindungsschienen (53) elektrisch angeschlossen sind.
4. Aufbau nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Nebenverbindungsschienen (53) mit der Hauptverbindungsschiene (51) Fächer bilden, von denen jeweils 2 Fächer ein Paar bilden, in denen die Schaltungselemente jeweils einer Phase angeordnet und angeschlossen sind.
5. Aufbau nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere für einen 3-Punkt-Wechselrichter der Netzkondensator aus 2 Gruppen (1', 2') von Einzelkondensatoren (1, 2) besteht, die auf der Kühlrippenseite der Kühlkörper (50) untergebracht sind, wo sie liegend einander zugewandt mit Anschlußlaschen der zentralen durchgehenden Hauptverbindungsschiene (51) verbunden sind.
6. Aufbau nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörper (50) die Deckplatte eines Gehäuses bilden, in dem die Kühlrippen der Kühlkörper (50) innerhalb eines



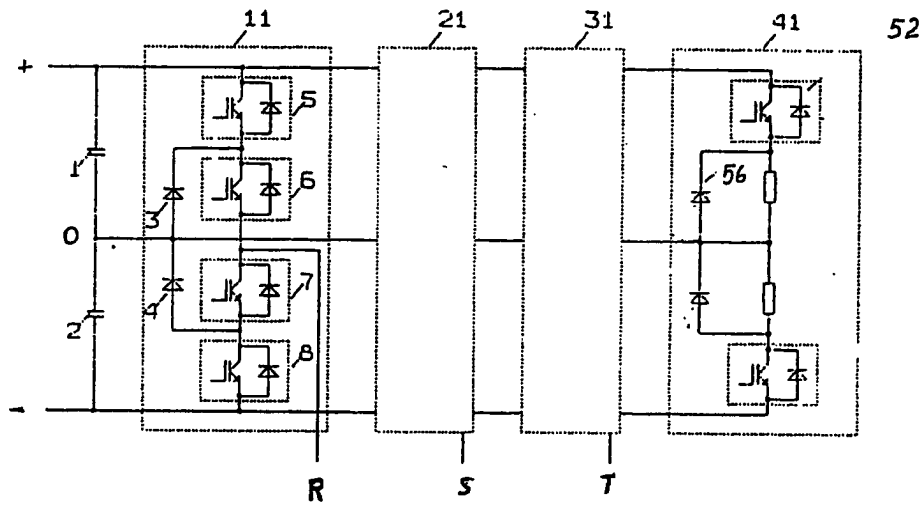


Fig 3